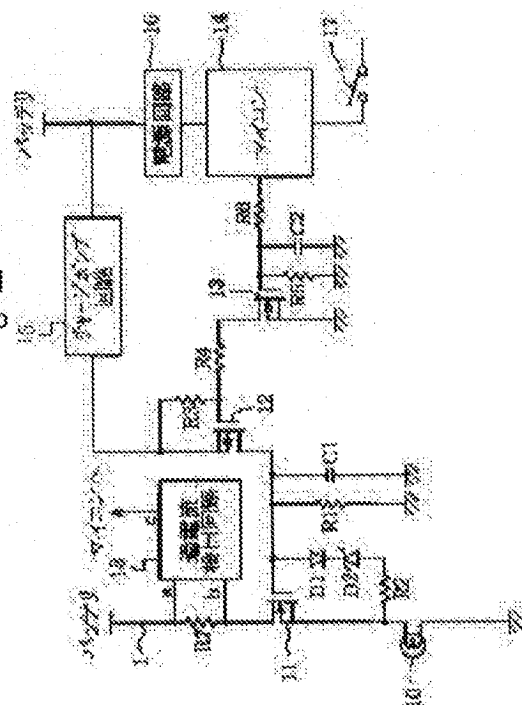


(11)Publication number : 2001-277937
(43)Date of publication of application : 10.10.2001

(21)Application number : 2000-102486 (71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE
(22)Date of filing : 04.04.2000 (72)Inventor : WATANABE YUICHI

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a small size and a light weight of circuit by requiring no heat release plate by making a heat generation of a switching element for ON/OFF control less.

SOLUTION: In a large current load control device, a micro-computer 14 ON/OFF controls a current from a battery corresponding to an instruction of switch for ON/OFF switching and the current is fed to a head lamp 10. GaN-FET11 is connected to a power source wire 1 connecting the battery and the head lamp 10. The GaN-FET11 is ON/OFF operated by a control of the micro-computer 14 to feed the current to the head lamp 10.



[Date of request for examination]	01.12.2006
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-277937

(P 2001-277937 A)

(43) 公開日 平成13年10月10日 (2001.10.10)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

7-7101* (参考)

B 6 0 Q 1/04

B 6 0 Q 1/04

E 3K039

審査請求 未請求 請求項の数 1

O L

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-102486 (P2000-102486)

(22) 出願日 平成12年4月4日 (2000. 4. 4)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 渡辺 勇一

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河

電気工業株式会社内

(74) 代理人 100106378

弁理士 宮川 宏一

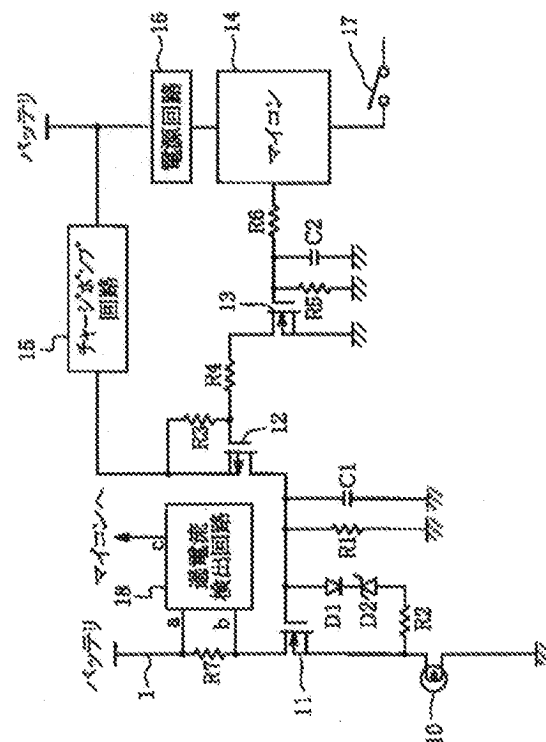
Fターム(参考) 3K039 AA03

(54) 【発明の名称】 大電流負荷制御装置

(57) 【要約】

【課題】 オン／オフ制御用のスイッチング素子の発熱を小さくして放熱板を不要とし、回路の小型、軽量化を図る。

【解決手段】 バッテリからの電流をオン／オフ切り替え用スイッチの指示に応じてマイコン14がオン、オフ制御して、前記電流をヘッドランプ10に供給する大電流負荷制御装置にて、バッテリーとヘッドランプ10を接続させる電源線1にGaN-FET11を接続させ、GaN-FET11をマイコン14の制御によってオン、オフ動作させてヘッドランプ10への電流供給を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電源からの電流を所定の指示に応じてオン、オフ制御して電気負荷に供給する大電流負荷制御装置において、前記電源と負荷を接続させる電源線に接続され、前記制御によってオン、オフ動作するGaN-FETを備えたことを特徴とする大電流負荷制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ガリウムナイトライド-電界効果トランジスタ（以下、「GaN-FET」という）を用いた大電流負荷制御装置に関する。

【0002】

【関連する背景技術】 従来、この種の大電流負荷制御装

$$\begin{aligned} T_{ch\max} &= (T_{a\max}) + (R_{on\max}) \times (I_{o\max}) \times (I_{o\max}) \times \\ &\quad R_{th(ch-a)} \quad \sim (1) \\ &= 85^{\circ}\text{C} + 0.013\Omega \times 10\text{A} \times 10\text{A} \times 50^{\circ}\text{C}/\text{W} \\ &= 150^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

ここで、 $T_{a\max}$ ：周囲温度

$R_{on\max}$ ：オン抵抗

$I_{o\max}$ ：電流値

$R_{th(ch-a)}$ ：チャネル-周囲間の熱抵抗

となり、チャネル温度まで温度上昇する。従って、放熱板を設ける必要がある。放熱板設計は、チャネル温度150℃に対して、ディレーティングを50℃に考えるとすると、

$$\theta_{fch-a} = (\theta_{ja} + (\theta_{ca} + \theta_{sa})) = 11.5^{\circ}\text{C}/\text{W} - (0.833^{\circ}\text{C}/\text{W} + 0.8^{\circ}\text{C}/\text{W}) = 9.9^{\circ}\text{C}/\text{W}$$

ここで、 θ_{fch-a} ：放熱器熱抵抗

θ_{ja} ：接合部-外気間の全熱抵抗

θ_{ca} ：接合部-ケース間熱抵抗（内部熱抵抗）

θ_{sa} ：ケース-放熱器間の熱抵抗

となる。以上より、放熱器は熱抵抗9.9℃/W以下のものを選択する必要がある。このために、例えば1mm厚のアルミニウム板6cm²、重さ約10gの放熱板が必要となる。

【0004】 従って、従来の大電流負荷制御装置では、この放熱板のために回路構成が大きく、かつ重くなるという問題点があった。本発明は、上記問題点を鑑みながら、オン/オフ制御用のスイッチング素子の発熱を小さくして放熱板を不要とし、回路の小型、軽量化を図ることができる大電流負荷制御装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明では、電源からの電流を所定の指示に応じてオン、オフ制御して電気負荷に供給する大電流負荷制御装置において、前記電源と負荷を接続させる電源線に接続され、前記制御によってオン、オフ動作するGaN-FETを備えた大電流負荷制御装置が提供される。

*置は、例えば自動車用のヘッドランプの点灯制御に適用されている。上記大電流負荷制御装置では、バッテリーとランプを接続させる電源線に設けられた例えばオン/オフ制御用のスイッチング素子からなるパワーMOS-FETを、マイクロコンピュータ（以下、「マイコン」という）の制御でオン、オフ動作させることによって、ヘッドランプの点灯制御を行っていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記制御装置では、オン/オフ制御用のスイッチング素子として用いられるパワーMOS-FETは、発熱が大きいため、放熱設計を正確に行う必要がある。すなわち、パワーMOS-FETのチャネル温度 $T_{ch\max}$ を計算すると、

【0006】 すなわち、オン/オフ制御用のスイッチング素子が発熱の小さい、かつ高温動作（500℃以上）が可能なGaN-FETで構成させることにより、専有面積が大きく、かつ重量のある放熱板を不要とした。

【0007】

【発明の実施の形態】 本発明に係る大電流負荷制御装置の回路構成の一実施形態を図1乃至図4の図面に基いて説明する。図1は、自動車におけるヘッドランプ制御に用いる大電流負荷制御装置の回路ブロックを示す回路図である。なお、本発明では、ヘッドランプ10のオン/オフ制御の素子に、パワーMOS-FETに代えてGaN-FET11を用いて回路を構成した。

30

【0008】 GaN-FET11は、例えば図2に示すように、半絶縁性のサファイア基板11aの上に、GaNバッファ層11bを積層し、その上に半絶縁性のGaN層11c及びn型AlGaN層11dを順次積層し、さらにn型AlGaN層11dの表層部中央の一部にInとC又はMgがドーピングされた拡散層11eが形成され、拡散層11e上にゲートGの電極が装荷されている。

【0009】 また、n型AlGaN層11dの表層部の他の部分には、n型GaN層11fが積層されている。n型AlGaN層11dの表層部の他の部分のうち、一方のn型GaN層11f上には、ソースSの電極が装荷され、他方のn型GaN層11fには、ドレインDの電極が装荷されている。これらゲートG、ソースS、ドレインDの各電極以外の部分は、SiO₂の絶縁膜11gで被覆されている。

【0010】 図2に示したGaN-FET11の各半導体層は、GaN系化合物半導体によって形成され、MOCVD法或いはMBE法などのエピタキシャル結晶成長法を用いて成膜される。GaN系化合物半導体とは、G

50

GaN, AlGaN, InGaN, InAlGaN, InGaAs, InGaN_Pなどの総称である。図において、本実施形態では、内部電源であるバッテリーと電気負荷であるヘッドランプ10間の電源線1にGaN-FET11を接続させたハイサイド駆動の回路を示すものであり、GaN-FET11のドレインがバッテリーに接続され、ソースが2個のヘッドランプ10に接続されている。GaN-FET11のゲートには、抵抗R1とコンデンサC1が接続されるとともに、FET12及びFET13を介して制御回路であるマイコン14が接続されており、マイコン14の制御によってGaN-FET11がオン/オフ動作を行う。また、ゲート-ソース間には、ダイオードD1、ツェナーダイオードD2及び抵抗R2が直列に接続されている。

【0011】FET12のソースには、チャージポンプ回路15が接続され、FET12のソース-ゲート間には、抵抗R3が接続され、FET12へ加わる電圧を上げている。また、FET12のゲートには、抵抗R4が接続され、FET13のゲートには、抵抗R5、R6及びコンデンサC2が接続されるとともに、マイコン14が

【0012】マイコン14は、電源回路16を介してバッテリーと接続されており、電源回路16は、バッテリーからの電源電圧を変換してマイコン14に供給している。また、マイコン14には、ヘッドランプ10のオン/オフ切り替えを行うためのスイッチ17が接続されている。なお、本実施形態では、オン/オフ切り替え用スイッチ17を用いているが、例えば車内LAN（ローカルエリアネットワーク）であるCAN（コントローラエリアネットワーク）等を用いてオン/オフ制御しても良

【0013】上記大電流負荷制御装置において、スイッチ17がオン状態になると、マイコン14は、スイッチ17が接続された入力ポートから上記オン状態を検知し、ヘッドランプ10制御用の出力ポートにハイレベル（5V）の信号を出力する。この出力によりFET12、13がオン状態となって、GaN-FET11がオン制御されてヘッドランプ10が点灯する。本実施形態では、GaN-FET11がヘッドランプ10より上流側（バッテリー側）にあるハイサイド駆動となるため、FET12のソース側にはチャージポンプ回路15を有している。このチャージポンプ回路15は、GaN-FET11がオンさせるために、バッテリー電圧+GaN-FET11のゲート-ソース間電圧以上の電圧がGaN-FET11のゲートに入力するように設定されている。本実施形態のチャージポンプ回路15では、例えばバッテリー電圧を2.1Vに変換してGaN-FET11のゲートに供給するように設定されている。

【0014】また、スイッチ17がオフ状態になると、マイコン14は、上記オフ状態を検知し、ヘッドランプ

10制御用の出力ポートにローレベル（0V）を出力する。この出力によりFET12、13がオフ状態となって、GaN-FET11がオフ制御されてヘッドランプ10が消灯する。また、本実施形態では、GaN-FET11とバッテリー間にシャント抵抗R7が接続され、シャント抵抗R7の両端には過電流検出回路18が接続され、GaN-FET11に流れる過電流を検出している。過電流検出回路18は、図3に示すように、2つのオペアンプ19、20を有し、シャント抵抗R7に流れる電流値を増幅して検出し、その検出結果をマイコン14に出力しており、マイコン14は、上記検出結果に基づき、過大な電流が継続して流れた場合に、ワイヤーハーネスが加熱して、劣化、発煙の可能性があるためGaN-FET11をオフ制御させている。

【0015】次に、GaN-FET11を用いた回路設計について説明する。従来、このような回路設計を行う場合には、FETの放熱設計を正確に行う必要があり、このために設計時間が長くなったり、またプリント基板へのレイアウトなども考慮する必要があり、レイアウトの自由度が限られていた。これにともない近年では、FETの放熱設計の簡素化、短縮化が望まれていた。

【0016】これに対して、図1に示した本実施形態では、2個のヘッドランプ10をオンさせるために、60W×2=120Wの電力が必要であり、定常時で最大約10Aの電流が流れるわけであるから、周囲温度85℃でのGaN-FET11のチャネル温度を計算すると、（1）式から、

$$T_{ch\ max} = 85^{\circ}\text{C} + (0.013\ \Omega / 100) \times 10\text{A} \times 10\text{A} \times 50^{\circ}\text{C} / \text{W} = 85.65^{\circ}\text{C}$$

となり、10Aの電流を常に流しても全く発熱しないため、パワーMOS-FETを使用した場合に必要な放熱板が不要となる。

【0017】また、大電流負荷制御装置をエンジンルームなどの過酷な温度環境で使用する場合、装置の使用温度範囲は、125℃以上を要求されるが、従来のMOS-FETとは異なる高温動作が可能な（500℃においても安定動作する）GaN-FETを使用することで、チャネル温度に対して十分なディレーティング（50℃以上）を取ることが可能であり、信頼性の高い、小型化のECUを設計することが容易である。

【0018】このように、本実施形態では、従来のパワーMOS系の素子と比べてオン抵抗 $R_{on\ max}$ が小さいGaN-FETを用いることで、オン/オフ制御用の素子が発熱しなくなり、従来のオン/オフ制御用の素子と同じ動作ができ、かつ放熱板が不要となり、このために製作コストの削減、放熱板の加工費の削減及びECUの小型化が図られる。

【0019】また、本実施形態では、回路の放熱設計が簡素化でき、また回路パターン設計が容易となるため、ECUの設計時間が短縮できる。本発明は、これら実施

例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形実施が可能である。本実施形態では、ハイサイド型の自動車用ヘッドランプ制御回路の好適な例について説明したが、本発明はこれに限らず、例えば図4に示すようなヘッドランプ10とGND間にGaN-FET11を接続させたローサイド駆動の回路構成にすることも可能である。図中、コントロールユニット20は、GaN-FET11をオン/オフ制御するためのマイコンやFETなどの各素子をユニット構成にしたものである。

【0020】また、本発明に係るGaN-FETは、N-チャネル型、P-チャネル型いずれのGaN-FETを使用しても良い。また、本発明の大電流負荷制御装置は、ヘッドランプ以外の例えばテールランプ、フォグランプの制御に用いても良いし、これらランプ制御等の機能を併せ持っても良いし、さらにモータの制御、例えば自動車用のプロアモータやワイパーモータ（H1、LOW、INT、MIST）の制御等の負荷のオン/オフ制御に使用することも可能である。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、大電流負荷制御装置のオン/オフ制御用のスイッチング素子に発熱の小さい、かつ高温動作（500℃以上）が可能なGaN-FETを用いるので、スイッチング素子の発

熱を小さくして放熱板を不要とし、回路の小型、軽量化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る大電流負荷制御装置の回路構成を示す回路図である。

【図2】図1に示したGaN-FETの一実施形態を示す構成図である。

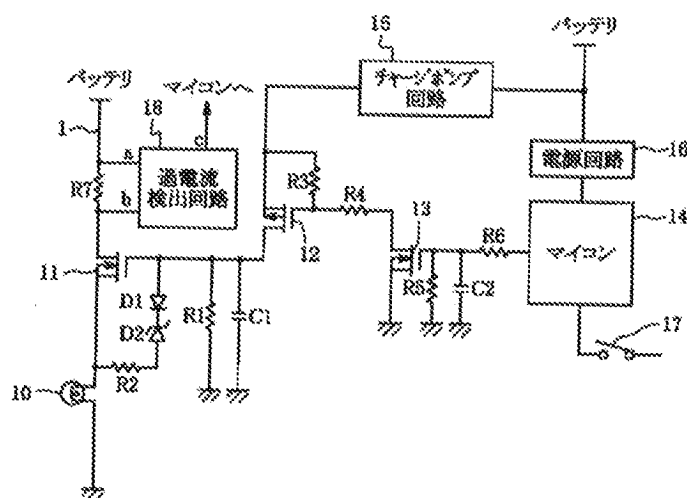
【図3】図1に示した過電流検出回路の回路構成を示す回路図である。

10 【図4】本発明に係る大電流負荷制御装置のその他の回路構成を示す回路図である。

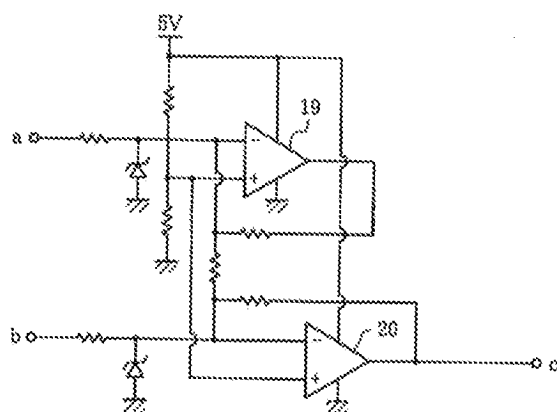
【符号の説明】

- 1 電源線
- 10 ヘッドランプ
- 11 GaN-FET
- 12, 13 FET
- 14 マイコン
- 15 チャージポンプ回路
- 16 電源回路
- 17 オン/オフ切り替え用スイッチ
- C1, C2 コンデンサ
- R1~R7 抵抗
- D1, D2 ダイオード

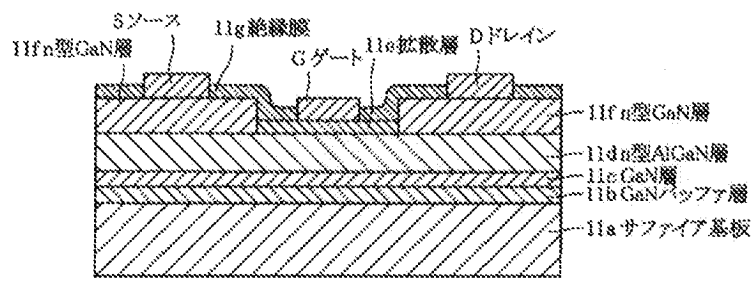
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

